

10/73426/ 288/ (b)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-147113
(43)Date of publication of application : 29.05.2001

(51)Int.Cl.

G01B 15/00
G01B 11/02
G01B 21/02
H01J 37/28
H01L 21/027
H01L 21/66

(21)Application number : 11-331642

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.11.1999

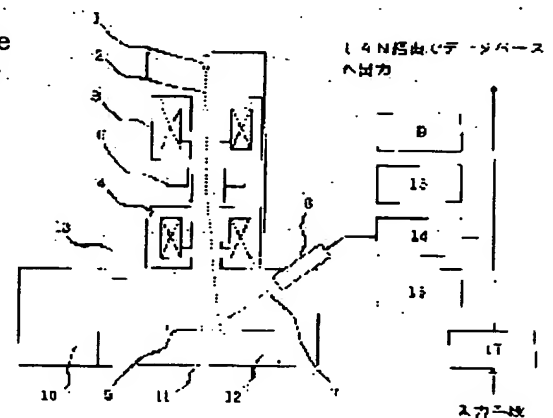
(72)Inventor : MIZUNO FUMIO

(54) PATTERN DIMENSION MEASURING DEVICE AND METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a pattern dimension measuring device and a method suitable for selecting a determination method of a proper pattern edge.

SOLUTION: This pattern dimension measuring device has such a characteristic as to be equipped with a means for forming a sample image based on a secondary signal, a means for registering plurally pattern determination algorithms, a specification means for specifying an edge of the pattern on the sample image, and a selection means for selecting the pattern determination algorithm based on specification by the specification means, in order to attain the above purpose.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-147113

(P2001-147113A)

(43)公開日 平成13年5月29日(2001.5.29)

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 B 15/00		G 0 1 B 15/00	B 2 F 0 6 5
11/02		11/02	H 2 F 0 6 7
21/02		21/02	Z 2 F 0 6 9
H 0 1 J 37/28		H 0 1 J 37/28	B 4 M 1 0 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/66	J 5 C 0 3 3
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-331642

(22) 出願日 平成11年11月22日(1999. 11. 22)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 水野 文夫

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株

式会社日立製作所計測器グループ内

(74) 代理人 100075096

井理士 作田 康夫

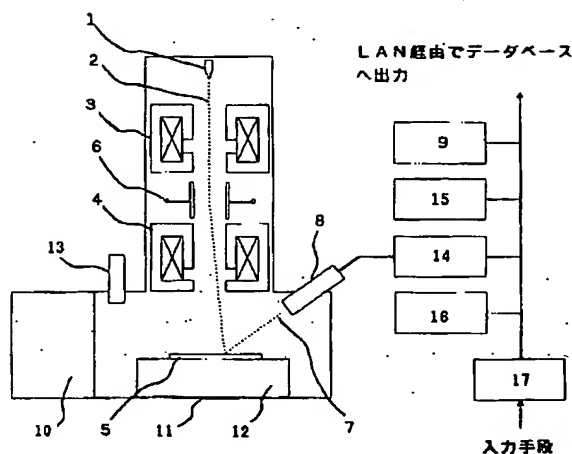
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バターン寸法測定装置および方法

(57)【要約】

【課題】本発明は、適切なパターンエッジの決定法を選択するのに好適なパターン寸法測定装置及び方法を提供することを目的とするものである。

【解決手段】本発明によれば、上記目的を達成するために、二次信号に基づいて試料像を形成する手段と、パターン決定アルゴリズムを複数登録しておく手段と、試料像上で前記パターンのエッジを特定する特定手段と、当該手段による特定に基づいて前記パターン決定アルゴリズムを選定する選定手段を備えたことを特徴とするパターン寸法測定装置を提供する。

 1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料上で得られた二次信号に基づいて、ラインプロファイルを形成し、当該ラインプロファイルからパターン決定アルゴリズムをもってラインプロファイルのエッジを特定し、当該エッジの間隔に基づいてパターンの寸法を測定するパターン寸法測定装置において、前記二次信号に基づいて試料像を形成する手段と、前記パターン決定アルゴリズムを複数登録しておく手段と、前記試料像上で前記パターンエッジを特定する特定手段と、当該手段による特定に基づいて前記パターン決定アルゴリズムを選定する選定手段を備えたことを特徴とするパターン寸法測定装置。

【請求項2】 請求項1において、前記選定手段は前記特定手段によって特定されたエッジ位置に基づいて、前記パターン決定アルゴリズムのエッジ決定パラメータを決定することを特徴とするパターン寸法測定装置。

【請求項3】 請求項1において、前記選定手段は、前記パターン決定アルゴリズムについて複数のエッジ決定パラメータを検出し、当該複数のパラメータの平均値を、前記パターン決定パラメータとすることを特徴とするパターン寸法測定装置。

【請求項4】 請求項1において、前記選定手段は、異なる画像毎の同じパターン決定アルゴリズムにおける複数のパターン決定パラメータの平均をパターン決定パラメータとすることを特徴とするパターン寸法測定装置。

【請求項5】 請求項1において、前記選定手段はパターン決定パラメータの分散値の小さいパターン決定アルゴリズムを選択することを特徴とするパターン寸法測定装置。

【請求項6】 試料上で得られた二次信号に基づいて、ラインプロファイルを形成し、当該ラインプロファイルからパターン決定アルゴリズムをもってラインプロファイルのエッジを特定し、当該エッジの間隔に基づいてパターンの寸法を測定するパターン寸法測定装置において、前記試料の品種或いは工程毎に、使用されるパターン決定アルゴリズムを記憶するための記憶手段を備えたパターン寸法測定装置。

【請求項7】 試料上にビームを照射して、試料から発生した二次信号に基づいて試料像形成し、当該試料像を処理することによってパターンの寸法を測定する方法において、二次信号に基づいて試料像を形成し、当該形成された試料像のパターンエッジを特定し、予め登録された複数のパターンエッジ決定法の中から、前記特定されたパターンエッジに近い個所にエッジを示すパターンエッジ決定法を選択することを特徴とするパターン寸法測定方法。

【請求項8】 試料に対するビーム照射に起因して発生する二次信号に基づいて試料像を形成し、当該試料像に基づいて試料像上のパターンの寸法を測定する方法において、表示された試料像上でパターンエッジを指定するス

テップと、予め登録された複数のパターンエッジ決定法の中から、指定されたエッジ位置に基づいて、パターンエッジ決定法を決定するステップとを備えたことを特徴とするパターン寸法測定方法。

【請求項9】 試料に対するビーム照射に起因して発生する二次信号に基づいて試料像を形成し、当該試料像を処理することによってパターンの寸法を測定する方法において、ラインプロファイルの近似直線と所定のしきい値との交点をパターンエッジとしてパターン寸法を求めることを特徴とするパターンの寸法測定方法。

【請求項10】 試料に対するビーム照射に起因して発生する二次信号に基づいて試料像を形成し、当該試料像を処理することによってパターンの寸法を測定する方法において、ラインプロファイルの最大傾斜線と所定のしきい値との交点をパターンエッジとしてパターン寸法を求めることを特徴とするパターンの寸法測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、対象試料上のパターンの寸法を測定する装置に係り、特に寸法測定を行うためのエッジ検出を適正に行うためのパターン寸法測定装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスの製造過程や検査過程では、不良品の発生率を抑えて信頼性の高い製品を生産するためにコンタクトホール径やパターン幅を正確に計測し、当該計測結果が許容範囲を外れている場合は、当該計測結果に基づいて生産ラインのパラメータが変更される。

【0003】 近年、この種のサブミクロンオーダーでの寸法測定に走査電子顕微鏡等の検査装置が用いられるようになってきた。これらの検査装置を用いた寸法測定では、走査領域内の1本または複数本の走査に基づいて得られるラインプロファイル信号に基づいてエッジ検出を行い、エッジ間の距離を検出することにより測長が行われる。

【0004】 特開平9-184714号公報には、ラインプロファイル信号に基づいて、閾値法、直線近似法、或いは最大傾斜値法でラインプロファイルのエッジを特定し、寸法測定を行う技術が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ラインプロファイルのエッジを同定する演算法は、以上の3つに限られず、多数の演算法が存在する。これらの演算法は測定対象に応じて適宜選択しないと、寸法測定の誤差要因ともなるため、適切な選択が望まれる。しかしながら、パターンの形状や、試料の材質、その他の要因の組み合わせにより、適切な演算法が異なってくるため、一義に決定することが困難であるという問題があった。

【0006】 本発明は、適切なパターンエッジの決定法

を選択するのに好適なパターン寸法測定装置及び方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上記目的を達成するために、試料上で得られた二次信号に基づいて、ラインプロファイルを形成し、当該ラインプロファイルからパターン決定アルゴリズムをもってラインプロファイルのエッジを特定し、当該エッジの間隔に基づいてパターンの寸法を測定するパターン寸法測定装置において、前記二次信号に基づいて試料像を形成する手段と、前記パターン決定アルゴリズムを複数登録しておく手段と、前記試料像上で前記パターンエッジを特定する特定手段と、当該手段による特定に基づいて前記パターン決定アルゴリズムを選定する選定手段を備えたことを特徴とするパターン寸法測定装置を提供する。

【0008】以上のような構成によれば、試料像に基づいて正確なエッジ部分を特定できると共に、当該試料像上でのエッジ指定に基づいて適正なパターン決定アルゴリズムが選択される。

【0009】また、本発明によれば更に、試料上で得られた二次信号に基づいて、ラインプロファイルを形成し、当該ラインプロファイルからパターン決定アルゴリズムをもってラインプロファイルのエッジを特定し、当該エッジの間隔に基づいてパターンの寸法を測定するパターン寸法測定装置において、前記試料の品種或いは工程毎に、使用されるパターン決定アルゴリズムを記憶するための記憶手段を備えたパターン寸法測定装置を提供する。

【0010】このような構成によれば、品種或いは工程毎に適正なパターン決定アルゴリズムを登録することができる。

【0011】なお、本発明の他の構成は発明の実施の形態の欄で詳細に説明する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施例を図面を用いて説明する。なお以下の説明は半導体製造におけるパターン寸法測定に用いられる走査電子顕微鏡（測長SEM）を例にとって説明するが、本発明の技術はこれに限られるものではなく、例えば、撮像素子製造、表示素子製造中のパターン寸法に適用することも可能であるし、レーザ走査顕微鏡、原子間力顕微鏡などの装置等、広い意味での寸法測定装置に適用することが可能である。

【0013】図1は測長SEMの概略を示す図である。電子銃1から放出された電子ビーム2は、加速された後、収束レンズ3および対物レンズ4によって細く絞られ、試料であるウェハ5の面上に焦点を結ぶ。同時に、電子ビーム2は、偏向器6によって軌道を曲げられ、該ウェハ面上を二次元あるいは一次元走査する。

【0014】一方、電子ビーム2で照射されたウェハ部分からは、二次電子7が放出される。二次電子7は、二

次電子検出器8によって検出され、電気信号に変換される。電気信号は、信号処理部14にてA/D変換などの信号処理を受ける。信号処理された像信号は、メモリ部15に格納され、ディスプレイ9（表示装置）を輝度変調あるいはY変調するために使われる。

【0015】ディスプレイ9は、電子ビーム2のウェハ面上走査と同期して走査されており、ディスプレイ上には試料像が形成される。二次元走査し輝度変調をかければ画像が表示され、一次元走査しY変調をかければラインプロファイルが描かれる。試料像（画像およびラインプロファイル）を用いてパターン寸法が測定される。次に本発明実施例装置によるパターン寸法測定手順の例を説明する。被測定ウェハの一枚5は、ウェハカセット10から取り出された後、ブリアライメントされる。ブリアライメントは、ウェハに形成されたオリエンテーションフラットやノッチなどを基準として、ウェハの方向を合わせるための操作である。

【0016】ブリアライメント後、ウェハ5上に形成されたウェハ番号が、図外のウェハ番号読み取り器によって読み取られる。ウェハ番号は各ウェハに固有のものである。読み取られたウェハ番号をキーにして、予めメモリ15に登録されていたこのウェハに対応するレシピが読み出される。当該レシピは後の測定に用いられる。ブリアライメント後、ウェハ5は真空中に保持された試料室11内のXYステージ12上に搬送され、搭載される。XYステージ12上に装填されたウェハ5は、試料室11の上面に装着された光学顕微鏡13を用いて、アライメントされる。

【0017】アライメントは、XYステージの位置座標系とウェハ内のパターン位置座標系との補正を行うものであり、ウェハ上に形成されたアライメントパターンが用いられる。アライメントパターンの数百倍程度に拡大された光学顕微鏡像を、予めメモリ部15に登録されているアライメントパターンの参照用画像と比較し、その視野が参照用画像の視野と丁度重なるように、ステージ位置座標を補正する。

【0018】アライメント後、所定の測定パターン位置に視野移動され、測定パターンが位置決めされる。位置決めおよび焦点位置合わせ後、測定パターンの試料像が形成され、メモリ部15に記憶される。メモリ部15から読み出された試料像を用い、寸法測定部16では、所定のパターンエッジ決定アルゴリズムに従って、測定パターンの寸法が算出される。

【0019】なお、レシピは、このウェハの測定手順や測定条件を定めたものである。寸法測定はこのレシピに従って、自動的あるいは半自動的に行われる。レシピには最適パターンエッジ決定法に関する情報が登録されており、パターン寸法測定部16は当該決定法に準じた寸法測定が実施される。

【0020】また寸法測定は、ラインプロファイルか

ら、所定のパターンエッジ決定アルゴリズムに従い、パターンエッジを決定した後、パターンエッジの間隔から測定パターンの寸法を算出される。得られた算出値は寸法測定結果として出力される。なお、メモリ15は、試料の品種／工程／測定パターンの種類毎に試料像を登録しておくことが可能であり、後の解析要求に基づいて、試料の品種／工程／測定パターンの種類毎に読み出し可能になっており、読み出された試料像はディスプレイ9に表示される。なお、ここで言うところの工程とは半導体製造工程のことである。半導体ウェハ等は多数の製造工程を経て完成するものである。各製造工程における処理が適切であったか否かを測長SEM等で検査し適切な対応を行うことは、半導体ウェハ等の歩留まり向上に必須の要件である。本発明実施例装置は、メモリ15に検査対象となる半導体ウェハがどの工程に係るものなのか、登録しておくことが可能である。

【0021】ウェハ内の予め指定された測定箇所すべてが、アライメント後以降の操作を繰り返し行うことによって、寸法測定される。このようにして一枚のウェハの測定が終わる。ウェハカセットの中に複数の被測定ウェハが残っている場合には、次のウェハをウェハカセットから取り出した後、上記手順に従って、繰り返し測定を行う。寸法測定結果は、測定箇所の位置座標データや測定箇所画像などとともに出力され、メモリ15や図外のデータベースに登録され、後での解析に使用される。

【0022】本発明実施例装置は、上記最適パターンエッジ決定法を適正に選択するための技術に関するものであり、以下にその詳細について説明する。最適パターン決定法は、主としてパターンエッジ決定法選択部17内における演算に基づいて決定される。

【0023】本発明のパターン決定アルゴリズム選定手段であるパターンエッジ決定法選択部17は、図3に示すようにパターンエッジ指定部、エッジ位置解析部、アルゴリズム選択部からなる。

【0024】以下に最適パターンエッジ決定法の適正な選択のためのステップと併せてパターンエッジ決定法選択部17について説明する。

【0025】最適なパターンエッジ決定法の選択は、標本画像群に基づいて実行される。標本画像群は、或る品種／工程毎に、測定パターンについて予め取得された一群の試料像である。具体的にはメモリ15に品種、或いは工程単位で登録された複数の試料像である。この標本画像は、可能な限り多数の製造ロットから取得されることが望ましい。

【0026】パターンエッジ指定部では、エンジニアによって指定された標本画像上のパターンエッジを記憶する。(1)入力された標本画像群の一枚は、その拡大されたパターン像およびラインプロファイル(採られた箇所の走査線を含めて)がディスプレイ9上に表示される。(2)エンジニアは、カーソルあるいは矢印などの

エッジ指定手段を用いて、パターン像上あるいはラインプロファイル上にパターンエッジを指定する。(3)当該指定により、パターンエッジ位置が記憶される。

(4)・(1)から(3)の操作が、全標本画像について、繰り返し実行される。

【0027】エッジ位置解析部では、予め登録済みのパターンエッジ決定アルゴリズムを用いて算出されたエッジ位置とエンジニアによって指定されたエッジ位置との相関解析が行われる。(1)入力された標本画像群の一枚に関し、パターンエッジ決定アルゴリズムの中の一つについて、エンジニア指定と一致したエッジ位置を与えるようなエッジ決定パラメータ値が求められ、記憶される。(2)全パターンエッジ決定アルゴリズムについて、(1)の操作が繰り返し行われる。(3)該標本画像群の全画像について、(1)から(2)の操作が繰り返し行われる。(4)各パターンエッジ決定アルゴリズム毎に、上記操作で得られたエッジ決定パラメータ値の度数分布が求められる。

【0028】アルゴリズム選択部では、上記度数分布群の中から、(1)最小分散値を与えるパターンエッジ決定アルゴリズムが最適アルゴリズムとして、その度数分布平均値が最適エッジ決定パラメータとして選定される。(2)品種・工程の測定作業用レシピとして(1)で選択されたパターンエッジ決定法が登録される。

【0029】以上により適正なパターン決定アルゴリズムと決定パラメータを選定することが可能になる。

【0030】なお、パターンエッジ決定アルゴリズムには、図2に示すようなものがある。例えば、しきい値法(エッジ決定パラメータはしきい値。)、近似直線+しきい値設定法(パターンエッジ部近似直線としきい値との交点をエッジとするもの。エッジ決定パラメータはしきい値。)、最大傾斜線+しきい値設定法(パターンエッジ部最大傾斜線としきい値との交点をエッジとするもの。エッジ決定パラメータはしきい値。)、或いは面積算出法(指定領域のパターン面積算出値からパターン幅を計算するもの。エッジ決定パラメータは、パターン面積を決める濃度レベル。)などがある。

【0031】なお近似直線+しきい値設定法および最大傾斜線+しきい値設定法は、図2に示した直線近似法および最大傾斜法にしきい値法を加味し、エッジ位置決定の融通性を持たせるべく改良したものである。

【0032】しきい値法は、ラインプロファイルを所定のしきい値で切り、ラインプロファイルとしきい値との交点をパターンエッジとする方法である。しきい値を50%に設定すると、パターンの実寸法に近い測定結果が得られる。しかし、雑音によるプロファイルの揺らぎなどがありその影響を受け易い面がある。

【0033】直線近似法は、パターンエッジ部におけるラインプロファイルの変化を直線で近似し、この近似直線とラインプロファイル・ベースラインとの交点をパタ

ーンエッジとする方法である。パターンの実寸法よりも幾分大き目の測定結果が得られる。

【0034】本発明実施例装置によれば、これらの長短所を持つパターンエッジ決定アルゴリズムを適正に選択し、正確な測長を行うことが可能になる。

【0035】なお、パターンエッジ指定に際しては、予めパターン像の同倍率断面写真や同倍率断面シミュレーション図を登録しておき、標本画像と同時／重ね合わせ表示することによってエッジ位置判定の参考としても良い。

【0036】パターンエッジ決定法の選択手順としては、上記手法に限られることはない。例えば、エッジ位置解析部では、(1)入力された標本画像群の一枚に関し、予め登録されたパターンエッジ決定アルゴリズムの中の一つについて、エッジ決定パラメータを所定のピッチで変化させながら、本条件での算出エッジ位置とエンジニア指定エッジ位置との差分が計算され、記憶される、(2)全標本画像について、(1)の操作が繰り返し行われる、(3)予め登録された全パターンエッジ決定アルゴリズムについて、(1)～(2)の操作が繰り返し行われる、(4)各パターンエッジ決定アルゴリズム／エッジ決定パラメータ毎に、差分の頻度分布が求められる。アルゴリズム選択部では、(1)平均値が0に近く、分散値の小さいパターンエッジ決定法が、最適として選定される。

【0037】本実施例では、パターンエッジ決定法選択部が測長SEM本体に組み込まれている場合を示したが、パターンエッジ決定法選択部はオフライン構成であっても良い。この場合、パターンエッジ決定法選択部は通信あるいは情報媒体で測長SEMと情報交換される。

【0038】絶縁物試料で、チャージアップが飽和するまでに時間がかかるような試料については、電子ビームを所定の時間照射した後、試料像を取り込むようにする*

＊と良い。事前照射操作をレスピ化することも可能である。

【0039】ここでは、パターン寸法測定のプロープに電子ビームを用いたが、代りのプロープとして光ビーム、メカニカルプロープ、イオンビームなどを用いても良い。ここでは、一プロープ・一画素の場合を示したが、マルチプロープやマルチ画素で像形成を行う方式であっても構わない。

【0040】ここでは、半導体ウェハを観察する場合について示したが、代りに撮像素子や表示素子用のウェハであってもよいし、ウェハ以外の試料形状であっても構わない。

【0041】

【発明の効果】以上の構成により、試料の品種や工程毎に最適なパターンエッジ決定法を選択できる。このことは、エンジニアの負担を軽減することができ、更にパターン寸法測定精度の向上、ひいては半導体素子の品質・歩留向上を実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】走査電子顕微鏡の原理と本発明における装置構成を説明するための図。

【図2】パターンエッジ決定アルゴリズムの例を示すための図。

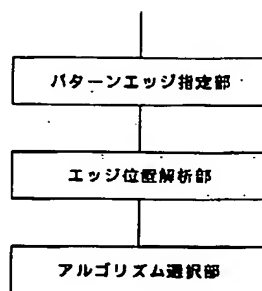
【図3】本発明におけるパターンエッジ決定法選択部を説明するための図。

【符号の説明】

1…電子銃、2…電子ビーム、3…収束レンズ、4…対物レンズ、5…ウェハ、6…偏向コイル、7…二次電子、8…二次電子検出器、9…ディスプレイ、10…ウェハカセット、11…試料室、12…XYステージ、13…光学顕微鏡、14…信号処理部、15…メモリ部、16…寸法測定部、17…パターンエッジ決定法選択部。

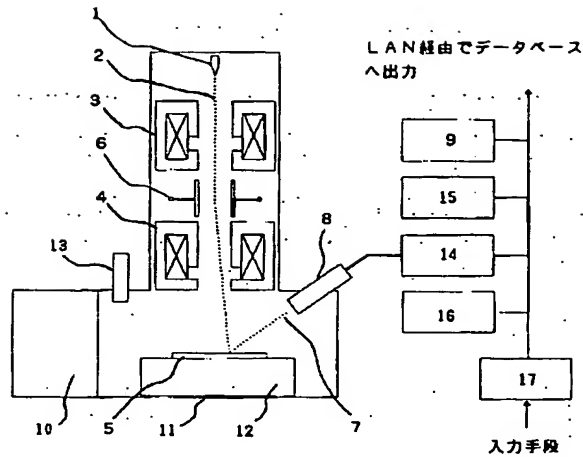
【図3】

図 3



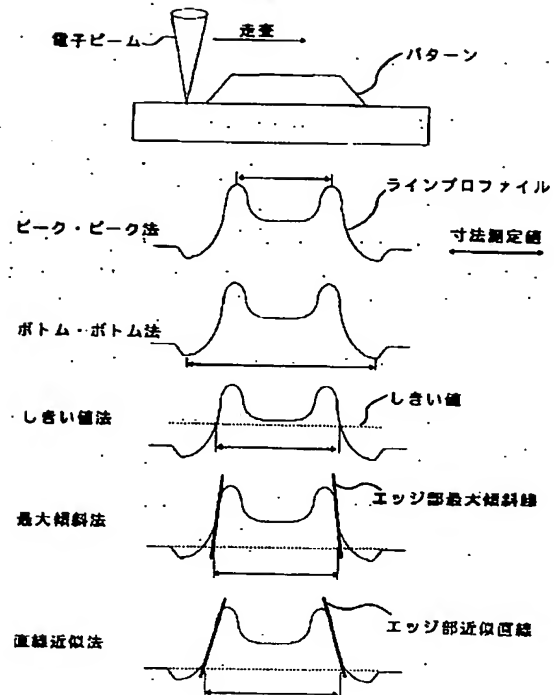
【図1】

図 1



【図2】

図 2



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H01L 21/66

識別記号

F1

H01L 21/30

テーマワード (参考)

502V

Fターム(参考) 2F065 AA12 AA22 BB02 CC19 FF04
 GG04 HH04 MM16 PP12 PP24
 QQ03 QQ13 QQ17 QQ24 QQ25
 QQ35 QQ42 RR06 SS02 SS13
 TT02
 2F067 AA13 AA21 BB04 CC17 FF11
 GG06 HH13 JJ05 KK04 NN03
 PP12 QQ02 RR12 RR24 RR31
 SS02 TT01
 2F069 AA15 AA49 BB15 CC06 GG04
 GG07 HH30 MM24 NN08 NN16
 NN25 PP02 QQ07
 4M106 AA01 BA02 BA03 BA04 CA39
 DB05 DB07 DB21 DJ11 DJ14
 DJ27 DJ28
 5C033 UU05 UU08